

I. はじめに

■ 本書の特徴

本書のシリーズは、構造計算の手順を手計算しながら習得できる「自学・自習」の教科書という意味から『ひとりで学べる演習帳』と名付けました。本書は、中層の木造建築について、大断面集成材ラーメン構造（3階建て事務所ビル）をモデルにしています。解説を読み、演習問題に取り組んでいただくことで、中層大規模木造建築物の構造計算に必要な基礎知識を確認しながら身につけていくことができます。

■ 本書を使っていたきたい方

本書は、次のような方に使っていただくことを想定して編集しました。

- ① S造やRC造の構造設計を行っており、今後、中大規模の木造建築物も勉強したいと考えている方。
- ② 木造住宅の許容応力度計算をしたことがあり、今後、中大規模の木造建築も勉強したいと考えている方。
- ③ 木造建築物の構造計算に関心がある方。
- ④ 高校や大学で建築分野の学科を専攻している方や、木造建築物の耐震性能について勉強したい方。

II. 本書の構成

1章 中大規模木造設計の基本

中大規模木造に関する構造設計の背景・考え方や、防耐火など関連する内容を解説しています。

2章 モデル建物の構造設計概要

演習の対象となるモデル建物の概要や、構造設計の方針が記載されています。モデルプランと設計方針についてイメージをふくらませてください。

3章 材料

構造材料としての木材の特性や、許容応力度などの構造計算に必要な物性値について学習します。

4章 荷重・外力

構造計算のうえで必要となる条件である、荷重や外力について学習します。

5章 仮定断面の算定

構造計画の流れを意識しながら、前章までで計算した条件を用いて仮定断面を検討してみます。

6章 応力解析

実際の建築物をモデル化するための考え方について学習します。剛性などの考え方についても学びます。

7章 断面検討

柱、梁などの各部材および接合部について、木造独自の事項にも留意しながら断面検討を行います。

8章 層間変形角・剛性率・偏心率

層間変形角、剛性率、偏心率について、木造での検討方法について解説します。

9章 基礎の設計

木造部分の設計ではありませんが、基礎も建築物の構造上大切な部分です。フーチング、基礎梁の設計方法について学習します。

資料編

木造建築物を設計するに当たっての設計資料や、関連する内容が載っています。演習「ひとりでやってみよう」において、参照が必要になることもあります。

Ⅲ. 本書の使い方

以下の各章では、おおよそ次のような流れで学習するように構成されています。「本文」を読むことから「解答例」を確認するまでを、本書に従って順にやってみてください。

- ① 読む 「本文」…その項目で学習する用語の説明や、設計方法の解説をしています。
- ② 習う 「ひとりでやってみよう」(演習解説)… 演習シートを用いた計算方法の解説です。
- ③ 計算する 「演習シート」… 綴じ込みの演習シート使って実際に計算します。
- ④ 確認する 「解答例」… 巻末の演習シートの解答例を見て計算結果を確認します。

■ 「ひとりでやってみよう」と演習シートについて

本書の特徴は「演習」を中心に構成しているところです。「ひとりでやってみよう」が演習に該当します。計算が必要になりますので電卓をご用意ください。

「ひとりでやってみよう」では、綴じ込みの演習シートを使用します。本書と演習シートは「教科書とノート」のような関係になっています。本書の「ひとりでやってみよう」を読みながら、演習シートを使用して、自学・自習できるように構成されています。

なお、「ひとりでやってみよう」では、演習の一部を解説しています。例えば、p.61の「ひとりでやってみよう 3-1」では、基準強度の一部のみを解説しており、他の基準強度については解説していません。解説されていない部分が演習問題に該当します。自分で計算し、演習シートに計算式・計算結果を記入してください。

巻末に解答例を掲載していますので、演習が終了したら確認に利用してください。

■ ポイント

設計における重要点や、間違いやすい点を解説しています。

■ コーヒーブレイク

本書では、適宜、「コーヒーブレイク」で、考え方の注意点やコラム的な内容を記載していますので参考にしてください。

■ 実務との相違

実務では、通常の構造計算はコンピュータプログラムによる一貫計算で処理される場合がほとんどです。本書でも、応力解析部分は、代表的なソフトウェアを使用することを前提としています。そして、そのための入力の仕方なども解説しています。ただし、それ以外は、できるだけ手計算や表計算ソフト程度で算出するように作られています。

その理由は、コンピュータ処理では見落としがちな構造計算の流れや背景を把握し、計算過程における各項目の意図や目的を理解していただくためです。そこで、手計算を可能とするために簡略化した箇所もあります。また、基本的な性能は網羅していますが、詳細な部分での検討を省いたところもあります。本書の目的をご理解いただき、コンピュータ処理による出力を鵜呑みにすることなく、結果を適切に判断できる能力の向上に役立てていただければ幸いです。

また、この種の建物は、従来、ほとんどが集成材で建てられたことから、中大規模木造建築といえば、一般に集成材構造を指していました。ただし、製材や単板積層材 (LVL)、クロスラミナティンバー (CLT) など、集成材以外の材料による中大規模木造建築も試みられています。特に近年は、CLT による多層木造建築が注目されています。

memo

木造建築物は、柱や梁・筋かいなどの軸部材と、構造用合板に代表される面部材、そしてそれらを接合する接合具から構成されています。これらの木造建築の構造計算にあたっては、建物のタイプごとに、適切な構造計画、すなわち適切なモデル化が必要です。

また、現代の構造設計では、大地震時の靱性を確保することや破壊順序を制御することは重要な検討項目です。しかし、前述のように、木造建築の構造形式は多様です。そこで、まず、個々の構造要素ごとにその力学的挙動の特徴を把握する必要があります。

そして、特に終局性能の異なる耐力要素を一つの建物内で併用する場合には、個々の要素の挙動が建物全体の性能とどのように関わっているかを検討しておく必要があります。例えば、図 1.1-1 は、木質ラーメン構造と耐力壁構造の荷重 - 変形関係を示しています。木質ラーメンは、一般に初期剛性は小さいが変形が大きくなると耐力も上昇します。逆に耐力壁の多くは、初期剛性は大きいですが、大変形時には強度が下がっていきます。このように、挙動の異なる耐力要素を組み合わせるときには、その荷重変形関係の違いを考慮して、架構全体としての靱性をどのように確保するかを検討する必要があります。

複写不可

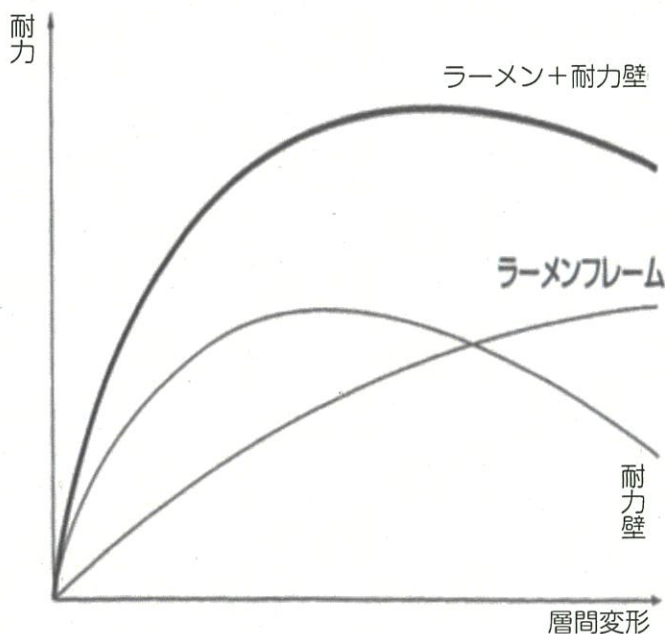


図 1.1-1 木質ラーメンと耐力壁の組み合わせ

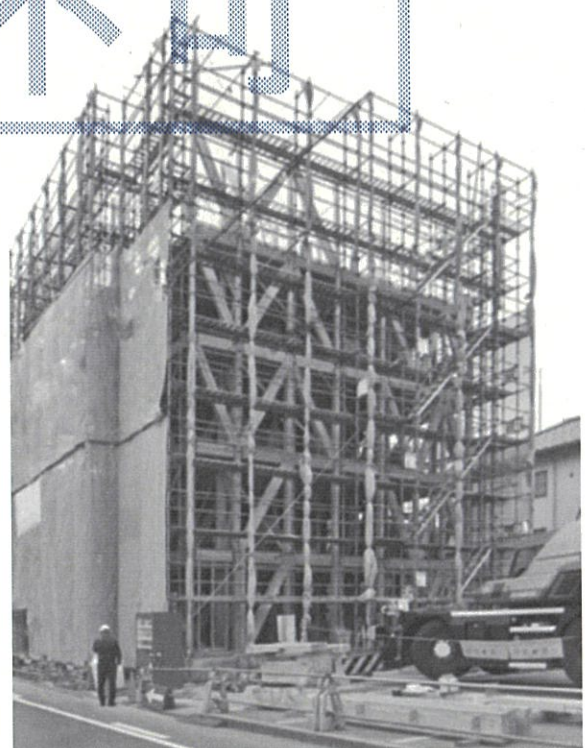
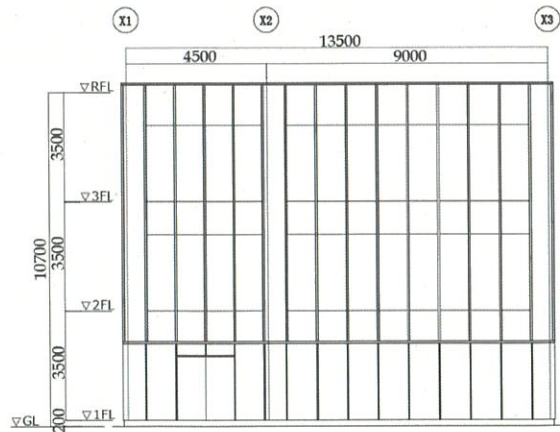
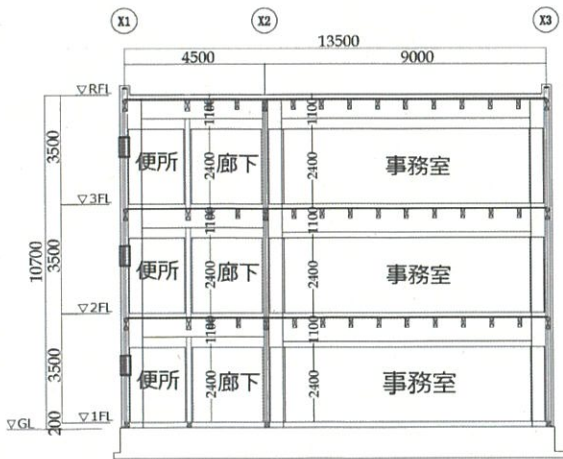
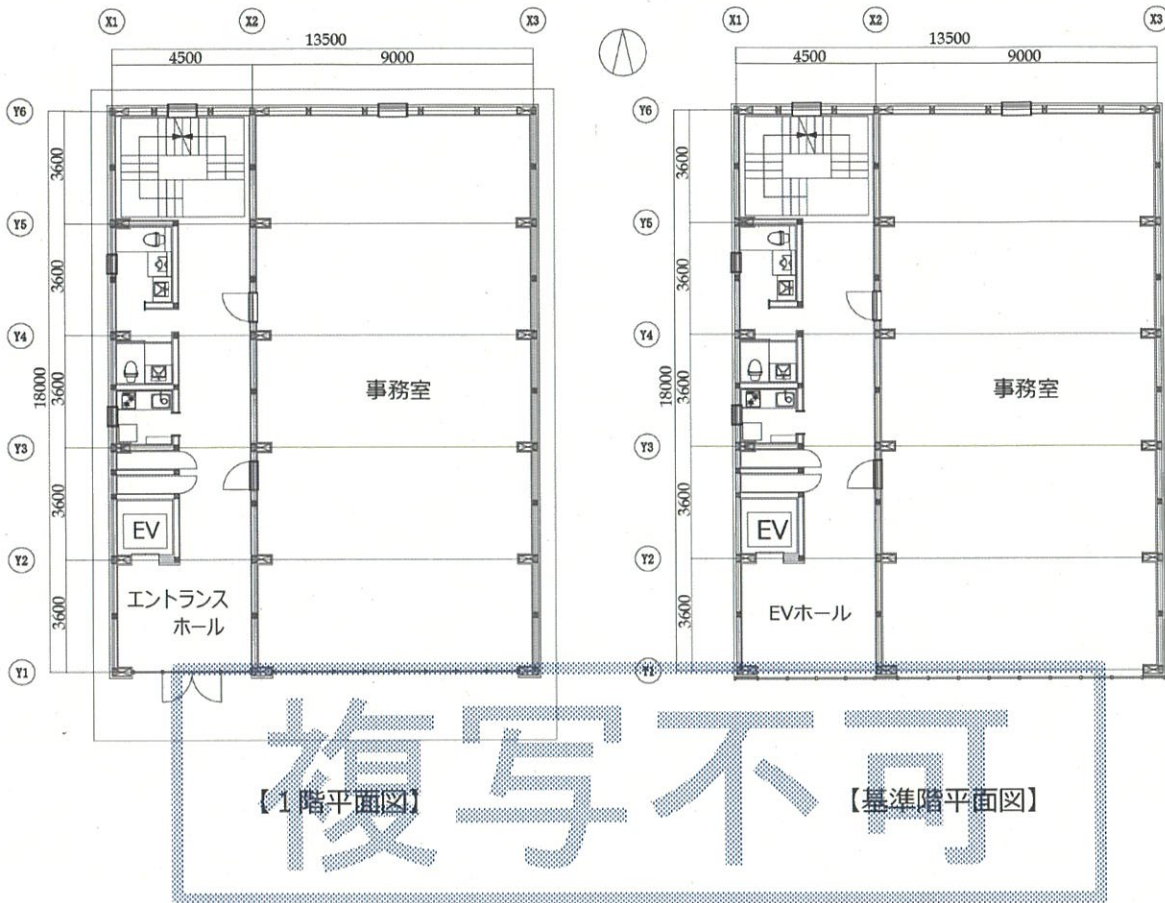


写真 1.1-1 筋かいによる木造5階建て
(写真提供：(株)シェルター)

2.2 平面図・立面図





ひとりでやってみよう 5-7

ブレースの仮定断面

モデル建物では、5.1節で述べたように、Y方向の水平抵抗要素をブレースとします。ここでは1階Y方向のブレースの必要断面を試算してみます。

(1) 負担地震力

1階の全地震力は、5.2節(3)より約500.0kNで、Y方向はこの水平力を全てブレースに負担させますので、 $\beta = 1.0 > 5/7$ となり、割り増し率は1.5となります(表5.5-1参照)。したがって、1階の地震力は、

$$500.0 \times 1.5 = (\quad) \text{ kN}$$

となります。

(2) ブレース軸力

ブレース軸力は、地震力とブレース角度から算定します。ブレースは全部で8本、ブレース角度を θ とすると幅3.6mと高さ3.6mから $\cos \theta = 3.6 / \sqrt{3.6^2 + 3.6^2} = (\quad)$ となります。したがって、ブレース1本が負担する軸力 N_d は、

$$N_d = 750.0 \text{ kN} / (\quad) \text{ 本} / (\quad) = (\quad) \text{ kN}$$

となります。

(3) 軸力に対する検討

ブレースの必要断面を、ブレース軸力と圧縮材の座屈の許容応力度から算定します。圧縮材の座屈の許容応力度は、圧縮に対する許容応力度に座屈による低減係数 η を乗じて求めます。ブレース断面は、前述のように、正方形断面とします。

$$\text{有効座屈長さ } \ell_k = \sqrt{3600^2 + 3600^2} = (\quad) \text{ mm}$$

$$\text{断面2次半径 } i = \sqrt{I/A} = \text{断面小径 } D / 3.46$$

$$\lambda = \ell_k / i = 5091 \text{ mm} / (D / 3.46) = \frac{(\quad) \times 3.46}{D} = (\quad) / D < 100$$

$\therefore D > (\quad) \text{ mm} \rightarrow$ ブレース断面を180mm × 180mmとして検討します。

$$\lambda = \ell_k / i = (\quad) / (180 \text{ mm} \div 3.46) = (\quad)$$

$$\text{座屈による低減係数 } \eta = 1.3 - 0.01 \times \lambda = 1.3 - 0.01 \times (\quad) = (\quad)$$

対称異等級構成構造用集成材 E105-F300 (カラマツ) を想定します。

圧縮に対する基準強度 $F_c = 23.2 \text{ N/mm}^2$

$$\begin{aligned} \text{圧縮に対する短期許容応力度 } s f_c &= K_0 \times K_d \times K_z \times K_m \times K_f \times F_c \\ &= 1/2 \times 2.0 \times 0.9 \times 1.0 \times 2/3 \times (\quad) = (\quad) \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

- K_0 : 基準化係数 1/2。
- K_d : 荷重継続時間影響係数 短期 2.0。
- K_z : 寸法効果係数 0.90と仮定。
- K_m : 含水率影響係数 1.0とする。
- K_f : 安全係数 2/3。